©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über die Gravitation.

Von **A. Jarolimek.**

S. Tolver Preston hat eine dynamische Erklärung der Gravitation versucht,[1] welche sich auf die Grundidee von Le Sage stützt, nämlich auf die Vorstellung, dass die Tendenz zweier Massen, die sich gegen einander zu bewegen, von dem gegenseitigen Schutze herrührt, welchen jede Masse der gegenüberliegenden vor dem Hagelschauer der durcheinander schwirrenden Atomströme bietet.

Indem Tolver Preston mit Anderen annimmt, dass der Weltraum von einem sehr dünnen Gase, d. h. von kleinen, elastischen, durcheinander fliegenden und von einander abprallenden Atomen erfüllt sei, fügt er diesbezüglich noch die Voraussetzung hinzu, dass bei einer kleinen, mittleren Entfernung dieser Ätheratome ihr mittlerer Durchmesser noch im Verhältniss sehr klein ist, beziehentlich „dass die mittlere Weglänge der Atome sehr gross und jedenfalls grösser als die Planetenentfernungen ist."

„Dann folgen" — sagt Tolver Preston — „die sämmtlichen Gravitationsgesetze ohne weiters aus diesen einfachen oder schon im voraus wahrscheinlichen Prämissen."

Dieses „ohne weiters" ist mit Rücksicht auf die aus der letzten der vorerwähnten Annahmen hervorgehende Eigenartigkeit des Schweräthers nicht ganz am Platze, und ich werde zeigen, dass die Tolver Preston'sche Deduction des Gravitationsgesetzes auf Grund der angeführten Prämissen nicht aufrecht zu erhalten ist.

---

[1] Sitzungsber. der k. Akademie der Wissenschaften, Bd. LXXXVII, II. Abth. Aprilheft 1883.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Auch ich habe mich im Jahre 1874 mit Tolver Preston (ohne von ihm zu wissen) auf dem nämlichen Wege befunden, und versuchte die Gravitation durch den vollkommen gleichen Gedankengang und von den genau gleichen Voraussetzungen ausgehend zu erklären. Ich habe meine Prämissen aufgestellt, ohne die bezüglichen Arbeiten von Le Sage, Thomson, Maxwell, Schramm oder Anderer zu kennen und ich möchte noch besonders bemerken, dass meine Schrift von 1874, deren Inhalt ich zwar nicht veröffentlichte, jedoch mehreren Physikern mittheilte, bei Anführung der Prämissen der Untersuchung ausdrücklich auch die Bedingung aufzählt, dass die mittlere Weglänge des Äthers ein sehr grosses Mass sei, ja in der Grösse von tausend Millionen Meilen oder noch grösser gedacht werden müsse. Ich fügte auch am Schlusse meiner Schrift die Bemerkung bei: dass meine Theorie der Anziehung der Weltkörper eine bestimmte Grenze setzt, welche von der Weglänge des den Weltraum erfüllenden Gases abhängt.

Dieser wichtige Gedanke, nämlich das Postulat sehr grosser Weglängen beim Schweräther, wurde nun, wie es scheint, zu allererst von Tolver Preston öffentlich ausgesprochen,[1] ohne dass aber bisher die richtigen Consequenzen desselben gezogen worden wären.

Tolver Preston setzt gleich mir voraus, „dass bei einer kleinen mittleren Entfernung der Atome ihr mittlerer Durchmesser noch weit kleiner, und dass a priori jede Weglänge gleich wahrscheinlich sei.“ „Denn“ — sagt Tolver Preston — „wie bedeutend auch die Weglänge wäre, kann man sich immer durch eine genügende Verkleinerung des Durchmessers der Atome noch eine grössere vorstellen.“

Mit dieser Bemerkung Tolver Preston's befinde ich mich auch heute noch in vollster Übereinstimmung, doch gehen wir von

---

[1] Eine ähnliche Annahme wurde wohl schon von Crookes in Bezug auf die „strahlende Materie“ gemacht. Auf eine Bemerkung über das Gravitationsphänomen schrieb mir Crookes am 15. Februar 1876: „I am now working on the subject of gravitation in connection with the mechanical action of radiant heat. I have at present no facts on which any theory could be based, but I have no doubt that careful experiments will enable me to get a little more insight into this mysterious subject.“

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

da an desshalb auseinander, weil ich seither erkannte, dass es überhaupt nicht angeht, beim Schweräther wie sonst bei Gasen mit den mittleren Weglängen zu rechnen, sondern dass bei den Ätheratomen die absoluten Weglängen mit ihren verschiedenen Massen in Rechnung zu stellen sind.

Die Berechtigung dieses Gedankens, der mir von grosser Wichtigkeit erscheint, wird schon durch die Betrachtung klar, dass bei gewöhnlichen Gasen erstlich die Moleküle als solche schon grösser als die Atome gedacht werden müssen, und dass besonders die Weglängen der Gase überhaupt äusserst kleine Masse darstellen, die im Vergleich zu den in Betrachtung gezogenen Räumen verschwindend klein sind, so dass es hierbei allerdings gerechtfertigt ist, blos die mittleren Weglängen in Rechnung zu ziehen, wogegen beim Äther, wenn daselbst die mittlere Weglänge sogar die Planetenentfernungen überragen soll, die Frage nicht gleichgiltig sein kann, welche Wirkung die jedenfalls auch vorhandenen grösseren und kleineren Weglängen auf die gravitirenden Massen üben?

Treten wir dieser Frage näher. Die mittlere Weglänge eines Gases bestimmt sich durch die Relation

$$l = \frac{\varkappa}{8} d \qquad .1)$$

wobei d den Durchmesser des Gasmoleküls und den Condensationscoëfficienten des Gases bezeichnen.

Letzterer ist eine Function des Molekülvolumens und des molekularen Gasvolumens, so zwar, dass, wenn die Distanz der Gasmoleküle mit D bezeichnet wird,

$$\varkappa = F\left(\frac{D^3}{d^3}\right) \qquad .2)$$

gesetzt werden kann.

Aus 1) und 2) folgt dann

$$l = F\left(\frac{D^3}{d^2}\right) \qquad .3)$$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ein Gas mit $D = 10$ und $d = 1$ hat also dieselbe mittlere Weglänge wie ein solches mit $D = 40$ und $d = 8$, da in beiden Fällen

$$\frac{D^3}{d^2} = \frac{100}{1} = \frac{6400}{64} = 100$$

ist.

Nun ist aber leicht einzusehen, dass die absoluten (nicht die mittleren) Weglängen eines und desselben Gases in ihren gegenseitigen Massen um so weniger abweichen werden, je kleiner das Verhältniss $\frac{D}{d}$ bei diesem Gase ist.

Denn ist d nahezu gleich D, so kann die Weglänge über das Mass $(D—d)$ nicht weit hinaus, und wird also, da die kleinste Weglänge auch nicht viel unter $(D—d)$ betragen kann, nur in geringem Grade schwanken, wogegen wenn $\frac{D}{d}$ gross ist, das eine Atom eine kurze Strecke, das andere hingegen eine lange Strecke zurücklegen wird, deren durchschnittliches Mass die mittlere Weglänge anzeigt.

Die Differenz zwischen den Maximal- und Minimalweglängen eines und desselben Gases kann also bemessen werden nach dem Werthe von $\frac{D}{d}$.

Die Gleichung 3) lässt sich umformen in

$$\left(\frac{D}{d}\right)^2 = F\left(\frac{l}{D}\right) \qquad ..4)$$

und hiernach muss also das Verhältniss $\frac{D}{d}$ um so grösser gedacht werden, je grösser die mittlere Weglänge und je kleiner die Distanz der Ätheratome in Voraussetzung kommen.

Man sieht dann, dass bei dem vorausgesetzten enormen, die Planetenentfernungen übersteigenden Masse der mittleren Weglänge des Äthers und der überaus kleinen mittleren Entfernung der Atome, wie beides von Tolver Preston angenommen wird, der Werth von $\frac{D}{d}$ (wie es ja von Tolver Preston ebenfalls

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

geschieht) als äusserst gross gesetzt werden muss, was dann aber, meiner obigen Ausführung nach, zur Folge hat, dass die Weglängen der Äthermoleküle als zwischen äusserst geringen und äusserst grossen Massen schwankend gedacht werden müssen.

Hiebei ist noch besonders hervorzuheben, dass dieses Ergebniss auch dann noch aufrecht bleibt, wenn man die mittleren Weglängen des Äthers nicht so enorm gross, ja auch sehr klein annimmt; denn die Relation

$$\left(\frac{D}{d}\right)^2 = F\left(\frac{l}{D}\right)$$

lässt, ob nun l sehr gross oder sehr klein gedacht wird, immer ein äusserst grosses Verhältniss von $\frac{D}{d}$ zu, wenn nur stets D im Verhältnisse zu l (und natürlich ebenso d im Verhältnisse zu D) genügend klein angenommen wird.

Von diesem Standpunkte aus kann aber die Unterscheidung zwischen absoluten und mittleren Weglängen schon dadurch Bedeutung erlangen, weil sie die Identität des Schweräthers mit dem Lichtäther nicht ausschliesst, obgleich die mittlere Weglänge des letzteren bei 63000 Meilen transversaler Geschwindigkeit und nur 0,0007 Mm. Wellenlänge vielleicht nur Tausendmillionstel eines Millimeters messen mag. Denn es widerstreitet keineswegs der Vernunft, zu denken, dass die grössten Weglängen dieses selben Äthers Tausende von Millionen Meilen messen können!

Nun ist aber eine zweite Consequenz dieser meiner Unterscheidung die, dass sich dieselbe mit grosser Entschiedenheit gegen die Tolver Preston'sche Anschauung der Dinge kehrt, und zwar aus dem Grunde, weil, wenn der Schweräther mit sehr verschiedenen Weglängen in Voraussetzung kommt, und er kann, sobald seine grössten, oder gar seine mittleren Weglängen das Mass der Planetenentfernungen überschreiten, gar nicht anders in Voraussetzung kommen, die Prämissen der Rechnung gestört sind und die Tolver Preston'sche Theorie mit dem Newton'schen Gesetz nicht mehr in Einklang zu bringen ist.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Diese Theorie nimmt nämlich desshalb sehr grosse Weglängen des Äthers zur Voraussetzung, weil bei zwei in der Entfernung a von einander befindlichen Körpern nur jene Ätherтheilchen auf die Gravitation hinwirken können, deren Weglängen das Mass a überschreiten.[1]

Variiren also die Weglängen des Äthers in sehr weiten Grenzen, so ist es klar, dass die Weglängen von um so mehreren Ätherтheilchen das Mass a überschreiten und sich also percentuell um so mehr Ätherтheilchen in's Spiel mengen werden, je kleiner dieses Mass a ist, und dass also die Gravitation bei verminderter Entfernung zweier Körper schon dieserhalb, nämlich aus Ursache der vergrösserten Zahl der in der Raumeinheit zur Wirksamkeit gelangenden Ätheratome wachsen muss.

Ich werde später zeigen, dass diese Ursache schon den Betrag der Gravitation in das umgekehrte Verhältniss zum Quadrate der Entfernung der Massen setzt.

Tolver Preston führt nun eine andere Ursache an, aus der die Gravitation bei Verminderung der Entfernung, und zwar ebenfalls im Verhältnisse zum Quadrat der Entfernung erhöht wird, wobei ihm derselbe Gedanke, wie Le Sage (und auch mir seinerzeit) vorschwebte: dass, indem ein Molekül bestimmter Grösse irgend einem „Strahlungspunkte" auf einem anderen Massentheilchen einen Strahlenkegel der auf diesen Punkt zuströmenden Atome abschneidet, der Scheitelwinkel dieses Kegels und damit auch die Anzahl der abgeschnittenen Ätheratome um so grösser wird, je mehr sich die Entfernung zwischen Molekül und Strahlungspunkt vermindert, und dass desshalb die Intensität der Gravitation in ganz analoger Weise wie jene des Lichtes durch die Entfernung beeinflusst werde.

---

[1] So wäre der Gedanke des gegenseitigen Schutzes der Massentheilchen bei einem dichten Gase mit sehr kleinen Weglängen ganz ohne Sinn; denn auf dem Wege von einem Körper zum anderen begegnet jedes Molekül eines solchen Gases unzähligen anderen, die dessen Richtung vielfältig ablenken und somit allerorten und auch zwischen den beiden gedachten Körpern sofort eine gleichmässige Mischung des Gases, d. h. eine gleichmässige Gaspressung herbeiführen, die jede Anziehung beider Körper aus Ursache des darauf wirkenden Gasdruckes ausschliesst.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Hier wären dann also zwei Ursachen vorhanden, welche die Gravitation in das umgekehrte Verhältniss zum Quadrate der Entfernung setzen, und wären beide richtig, so müsste die Gravitation mit der vierten Potenz der Entfernung der Massen in Beziehung stehen, was dem Gravitationsgesetze widerspricht.

Eine oder die andere obiger zwei Ursachen kann demnach nicht bestehen, und hat also Tolver Preston die erstere irrig übersehen, so muss auch sein Schluss irrig sein, dass die Gravitation von der Entfernung der Massen aus der gleichen Ursache wie das Licht, nämlich wegen Änderung des Scheitelwinkels des Strahlenkegels beeinflusst werde. Um hierüber entscheiden zu können, ist es unbedingt nöthig, die Constitution der Körpermoleküle in Betrachtung zu ziehen.

Tolver Preston sagt bei Besprechung der Thatsache, dass die Gravitation der Masse proportional ist, Folgendes:

„Dies hängt (wie Le Sage und Thomson schon gezeigt haben) von der fast vollkommenen Durchdringlichkeit der Moleküle der groben Materie ab, wobei die Moleküle im Innern der Körper mit fast derselben Leichtigkeit durch die durchschwirrenden Atome getroffen werden können, wie die äusseren Moleküle. Um dem Satz der Proportionalität des Antriebs mit der Masse zu genügen, hat man nur anzunehmen, dass das bei der Bildung der groben Moleküle aufgewendete Material sehr beschränkt, oder dass die Quantität von Material im Moleküle im Vergleich mit dem enthaltenen leeren Raume sehr klein ist.“ Hier wird also „die Masse“ wie auch von anderen Physikern als die „Quantität Materie“ definirt, welche in einem Körper enthalten ist. Diese Definition sagt aber, wie Wüllner mit Recht betont, zu viel, da wir mit dem Wesen der Materie viel zu unbekannt sind, als dass wir sie messen könnten, und streng genommen doch nur „Kupfer mit Kupfer, Blei mit Blei vergleichen und keine Beziehung aufstellen können zwischen der Materie des Kupfers und des Bleies.“

C. Isenkrahe, der in seinem Buche: „Das Räthsel von der Schwerkraft“ (Braunschweig 1879) alle bisherigen Lösungen des Gravitationsproblems einer eingehenden Kritik unterzieht und schliesslich selbst eine diesbezügliche Theorie aufstellt, gelangt bei Untersuchung des obigen Punktes zu folgendem Schlusse:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die einfachste Lösung dieser Schwierigkeit scheint mir in der Annahme zu liegen, dass r überhaupt eine constante Grösse, d. h. dass die letzten Bestandtheile der Materie alle gleich gross, dass es vielleicht die Ätheratome selber seien, und dass die sogenannten „chemischen Elemente" mit ihren verschiedenen Äquivalentgewichten nur als verschieden constituirte, aber aus einem und demselben Grundstoffe aufgebaute Gruppen betrachtet werden müssten.

Diese Hypothese ist nicht etwa eine ad hoc erfundene, nicht etwa ein Nothbehelf, der nur dazu dienen soll, das Resultat unserer Rechnung mit den Thatsachen der Experimentalphysik in Einklang zu bringen, sondern es ist eine alte, auf ganz anderen Gebieten entsprossene und vielfach gestützte Meinung, welche meines Wissens am ausführlichsten von dem Chemiker Dumas entwickelt worden ist.

Das in seinem wesentlichsten Inhalt schon von Prout formulirte diesbezügliche Gesetz müsste nach Dumas lauten: „Die Atomgewichte aller einfachen Körper sind Vielfache vom Atomgewichte eines noch unbekannten Körpers, dessen Äquivalent 0,5 ist."

In der That erscheint es sehr wahrscheinlich, dass die letzten Bestandtheile aller Materie, und dass auch die die Moleküle der chemischen Elemente zusammensetzenden Körperatome mit den Ätheratomen identisch seien und die Annahme dieser Identität ist um so eher gerechtfertigt, als dieselbe unseren Prämissen am allerwenigsten eine neue „qualitas occulta" hinzufügt, vielmehr dieselben nur vollends vereinfacht.

Unter dieser Annahme erscheint aber die Theorie Tolver Prestons gewiss nicht mehr haltbar. Sind die Atome der Körpermoleküle und die Ätheratome von gleicher Grösse, so kann ein Körperatom dem anderen bei centraler Stellung jederzeit auch nur ein Ätheratom verdecken, mag die Entfernung der ersteren welche immer sein.

Das Molekül kommt hier als solches eben nur in Bezug auf die Wirkung der die Gravitation verursachenden Atomstösse in Betracht, indem, wenn auch die Ätheratome nicht auf die Moleküle als solche, sondern nur auf die die Moleküle constituirenden Atome stossen, die Wirkung dieser Stösse doch

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

auch gleichzeitig durch die Molekularkräfte beeinflusst und dadurch verhindert wird, dass sich die Körperatome gleich den Ätheratomen im Weltraume auflösen und der Gravitation entziehen.

Wenn wir auch heute eine Erklärung der Molekularkräfte vergeblich versuchen würden, so sehen wir uns doch genöthigt, mit denselben zu rechnen und anzunehmen, dass die Atome in den Molekülen irgendwie zusammengehalten werden.

Kommt aber der Einfluss der Entfernung zweier Massentheilchen auf die Gravitation in Betracht, so kann überhaupt nicht mehr ein Molekül dem andern gegenübergestellt werden.

Diese Moleküle sind ja doch vollkommen durchdringlich und setzen sich aus äusserst kleinen, räumlich verhältnissmässig weit getrennten Atomen zusammen, und da hier also schliesslich doch nur stets ein Atom dem andern gegenübersteht, zwischen denen die Ätheratome in ausserordentlich weit auseinander gerückten Bahnen (da $\frac{D}{d}$ als äusserst gross gedacht werden muss) hindurchschwirren, so kann offenbar ein Körperatom durch sein Vorhandensein einem andern Körperatom in einem und demselben Moment stets auch nur gegen den Anprall eines (gleichgrossen) Ätheratoms Schutz gewähren, und es spielt die Entfernung der Körperatome dabei (mindestens nahezu) gar keine Rolle.

Man muss sich die Zahl der gegen ein Massenatom a zustrebenden Ätheratome so gross vorstellen, dass jederzeit und an jedem Orte ein daselbst befindliches zweites Massenatom b einem nach a gerichteten Ätheratome den Weg verlegt, mag die Entfernung zwischen a und b welche immer sein; denn wenn auch die Ätheratome verhältnissmäsig grosse Abstände von einander einhalten, so bewegen sich dieselben anderseits mit so enormen Geschwindigkeiten und in so rascher Aufeinanderfolge, dass man nicht umhin kann, stets in allen Punkten des Raumes nach a gerichtete Ätheratome vorauszusetzen.

Es bleibt dann also nur noch die eine Ursache für den Einfluss der Entfernung der Massen auf die Gravitation übrig, welche ich angegeben habe und es ist leicht nachzuweisen, dass dieselbe wirklich zur Übereinstimmung mit dem Gravitationsgesetze führt. Die Weglänge eines Gasmoleküls oder eines

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ätheratoms bemisst sich durch die Strecke, welche das Atom von einem anderen Atom, von dem es abprallt, bis zu einem dritten Atome, an das es anprallt, zurücklegt.

In dem Weltraume muss man sich die unendliche Zahl der herumschwirrenden Ätheratome in jedem Momente gleichförmig vertheilt denken, und muss sich vorstellen, dass von einem Punkte aus die abprallenden Atome nach allen Richtungen hin in geraden Bahnen wegfliegen.

Betrachtet man dann ein Kegelbündel, dessen Scheitel in diesem Ausgangspunkte steht, und dessen Querschnitt also im quadratischen Verhältnisse mit der Entfernung vom Scheitel steigt, und demnach bei steigender Entfernung auch im quadratischen Verhältnisse mehr von den gleichvertheilten Ätheratomen enthält, so muss man einsehen, dass die Wahrscheinlichkeit der abprallenden Atome (wovon eine bestimmte Zahl das betrachtete Kegelbündel vom Scheitel aus durchfliegt) ein anderes Atom im Weltraume zu treffen, im quadratischen Verhältnisse zu der Entfernung beider steigen muss.

Hieraus folgt aber unmittelbar, dass sich die Anzahl der geradlinig fortschreitenden Atome mit dem Wachsen der Entfernung im quadratischen Verhältnisse vermindert, oder mit anderen Worten: dass der Äther n^2-mal so viel Atome mit den Weglängen r, als Atome mit den Weglängen nr enthält.

Nun habe ich schon ausgeführt, dass in Beziehung zweier Massen bestimmter Entfernung nur jene Ätheratome auf die Gravitation hinwirken können, deren Weglängen das Mass dieser Entfernung überschreiten, und da also die Zahl der zur Wirkung gelangenden Äthertheile im umgekehrten Verhältniss zum Quadrate der Entfernung der gravitirenden Massen steht, so ist in der Ungleichheit der Weglängen der Äthermoleküle die einfachste Erklärung für das Gravitationsgesetz gegeben.

Hiezu sei bemerkt, dass meine vorstehende Theorie, welche nicht mit den mittleren, sondern mit allen Weglängen des Äthers rechnet, der Anziehung der Weltkörper nicht wie es bei der Tolver Preston'schen Theorie der Fall ist, eine Entfernung im Ausmasse der mittleren Weglänge des

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Äthers zur Grenze setzt, sondern die Wirkung der Gravitation bis zu dem Masse der grössten Weglängen des Äthers hinausreichen lässt.

Im Anschlusse hieran sei hier noch eines Versuches gedacht, den ich schon im Jahre 1874 (bei Untersuchung der Gravitation) zur Erklärung der Repulsionskraft gemacht habe.

In Beziehung auf diesen Punkt findet sich in Tolver Prestons Abhandlung folgende Note:

„Die Erklärung von anderen Molekularkräften, namentlich von der Cohäsionskraft, scheint obigen Bedingungen (der Gravitation) principiell nahe zu liegen, da ja bei dem wirklichen Contact der Körpermoleküle (wobei der vor den Atomströmen gewährte Schutz vollständig wäre) die Moleküle natürlich sehr stark aneinander haften würden. Eine initiale Abstossung durch die heftigen Wärmevibrationen der Körpermoleküle dürfte auch einen modificirenden Einfluss dabei haben."

Dem gegenüber möchte ich bemerken, dass es nicht angeht, sich mit dem Contact der Körpermoleküle zugleich einen wirklichen Contact der Körperatome vorzustellen, daher hier nicht nur der supponirte vollständige Schutz vor den Atomströmen illusorisch, sondern auch der Gedanke, dass die „Cohäsionskraft" auf derselben Ursache wie die Schwerkraft beruhen könnte, nur in Beziehung auf die Wirkung von Molekül zu Molekül, nicht aber auf jene von Atom zu Atom zulässig ist, indem den letzten Theilen der Materie, als „dem Mechanismus der Schwerkraft", wie Tolver Preston selbst sagt, eine Gravitation überhaupt nicht beigemessen werden kann.

Die das Molekül constituirenden Atome müssen also immer als durch besondere Molekularkräfte zusammengehalten und wieder auch räumlich getrennt zur Vorstellung gelangen, und kann weder für die anziehenden noch für die abstossenden Kräfte der Körperatome heute noch eine Erklärung beigebracht werden, woferne diese Atome mit den Ätheratomen auf die gleiche ursprüngliche Bildungsstufe gestellt werden müssen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Repulsion bei Körpermolekülen erklärt sich aber auf derselben Basis wie die Gravitation in folgender Weise:

Die auf ein kugelförmig gedachtes Körpermolekül stossenden Ätheratome wenden sich, indem sie abprallen, nach allen Richtungen des Weltraumes und stören so momentan und local die vorausgesetzte gleichförmige Vertheilung des den Weltraum erfüllenden Äthers. Zieht mau zwei getrennte Moleküle A und B in Betracht, so wird durchschnittlich jedes von einem Punkte aus A zurückprallende Ätheratom eine gewisse, wenn auch noch so kleine Wahrscheinlichkeit haben, das Molekül B zu treffen, und auf dasselbe eine abstossende Wirkung zu üben, indem es zu den auf dieses Molekül einwirkenden Kräften eine neue Kraft in der Richtung AB hinzufügt.

Bezeichnet man die Anzahl der von einem Punkte aus A reflectirten Ätheratome mit m, und denkt sich diese nach der Oberfläche einer Kugel im Raume mit dem Radius R und dem Mittelpunkte in A zerstreut, so werden auf ein Flächenelement der gedachten Kugel $\frac{m}{4\pi R^2}$ Ätheratome entfallen.

Solche Flächenelemente auf der Kugeloberfläche verdeckt nun das Molekül B seinerseits dem in A liegenden Kugelmittelpunkte $\pi\rho^2$, wenn den Grundflächenradius des Kegelbündels bezeichnet, das die von A durch das Molekül B nach der gedachten Kugeloberfläche strebenden Ätheratome formiren.

Von den bei A zurückgeworfenen Ätheratomen m gelangen demnach zu B

$$n = \frac{\pi\rho^2}{4\pi R^2} \cdot m = \left(\frac{\rho}{2R}\right)^2 m \qquad .5).$$

Nun wird der Halbmesser ρ um so grösser, je grösser das Molekül B ist, und je näher es zu A steht. Bezeichnet man den Abstand beider mit d, den Halbmesser von B mit r, so verhält sich $\rho : r = R : d$, woraus sich

$$\rho = \frac{rR}{d} \qquad .6)$$

bestimmt. Dieser Werth in Gleichung 5) gesetzt, gibt

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

$$n = \left(\frac{rR}{d}\right)^2 \quad \frac{m}{(2R)^2} = \left(\frac{r}{2d}\right)^2 m \qquad 7).$$

Diese n Ätheratome werden nun ihrerseits bei B abermals reflectirt, und es gelangt hievon ein bestimmter Theil wieder zu A zurück, um daselbst ebenfalls im Sinne der Abstossung zu wirken.

Dieser Theil bestimmt sich aus n nahezu wie sich n aus m bestimmt, also mit

$$n_1 = \left(\frac{r}{2d}\right) . {}^2n,$$

soferne auch der Halbmesser von $A = r$ angenommen wird.

Ein Theil von n_1 gelangt dann wieder zu B, hievon ein Theil wieder zu A zurück und so fort und es müssen die Wirkungen sämmtlicher Reflexionen summirt werden, um die ganze Grösse der Repulsion zwischen den Molekülen A und B zu ermitteln.

Setzt man $\left(\frac{r}{2d}\right)^2 = \omega$, so wird demnach sein:

$$\begin{aligned} n &= \omega m \\ n_1 &= \omega n = \omega^2 m \\ n_2 &= \omega n_1 = \omega^3 m \\ n_3 &= \omega n_2 = \omega^4 m \end{aligned}$$

und so fort und die Summe, oder die gesammte Repulsion

$$S = m\,(\omega + \omega^2 + \omega^3 + \omega^4 + \ldots) \qquad .8).$$

Aus dieser Relation folgt, dass, r sehr klein vorausgesetzt, die Repulsion bei grosser Entfernung (d) der Moleküle sehr gering ist, bei sehr kleiner Entfernung aber bedeutend zunimmt, ja für den Werth von $= d\frac{r}{2}$ (oder $\omega = \left(\frac{r}{2d}\right)^2 = 1$), der allerdings in Hinsicht des ganzen Moleküls nicht, wohl aber in Hinsicht der an seiner Oberfläche gelegenen Theile erreicht werden kann, unendlich gross fällt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ich muss hiebei ausdrücklich bemerken, dass meine obige Rechnung namentlich in Beziehung auf einander verhältnissmässig sehr nahe gerückte Moleküle durchaus nicht auf Genauigkeit Anspruch machen kann, sondern noch vielfacher Correcturen bedürfte.[1]

Allein die Rechnung gibt schon in dieser Allgemeinheit doch eine völlig genügende Erklärung dafür, warum die Repulsion einestheils bei grosser Entfernung der Moleküle verschwindend klein ist, hingegen bei sehr grosser Annäherung derselben ausserordentlich wächst. Es erhellt auch hieraus, dass es hinsichtlich der Entfernung der Moleküle eine Grenze geben muss, bei der sich Gravitation und Repulsion das Gleichgewicht halten.

Schliesslich sei hier noch die Bemerkung beigefügt, dass sich bei Aufsuchung der möglichen Ursachen der Molekularkräfte allerdings auch die Frage aufwirft, ob die Atome des Schweräthers und die mit diesen als identisch vorausgesetzten Bausteine der einfachsten Körpermoleküle wirklich schon die letzten und untheilbaren Bestandtheile der Materie darstellen. Eine strenge Nöthigung zu dieser Annahme liegt nicht vor, und es ist ganz wohl denkbar, dass diese Atome selbst wieder Moleküle, das heisst Zusammengesetzte noch einfacherer Gebilde seien.

Wie Tolver Preston a. a. O. auf die Analogien in der Bewegung und der Aufeinanderwirkung der Sternmassen und jener der Gasmoleküle hinweist, dabei mit grosser Kühnheit das

---

[1] Der Ausdruck $\omega = \left(\frac{r}{2d}\right)^2$ muss nunmehr auch desshalb eine Correctur erfahren, weil die Repulsion so wie die Gravitation bei Annäherung der Massen (wegen vermehrter Anzahl der zur Wirkung gelangenden Ätheratome) im umgekehrten Verhältniss zum Quadrate der Entfernung wächst, daher eigentlich $\omega = \frac{r^2}{4d^4}$ gesetzt werden müsste, so dass der Werth $\omega = 1$ (und damit die grösste Abstossungssumme) erst bei $d = \sqrt{\frac{r}{2}}$ erreicht würde.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Kleine ins Grösste übertragend, so könnte man mit gleicher Kühnheit das Kleine ins Kleinere, noch Kleinere und Allerkleinste übertragen, ohne jedoch damit für unsere Erkenntniss der Dinge etwas zu gewinnen, da die Frage nach der Ursache der Molekularkräfte dadurch nicht beantwortet, sondern nur verschoben würde.

Die letzten Urelemente der Materie können „als Mechanismus der Cohäsionskraft" dieser Kraft nicht selbst unterliegen, und so bleiben die im kleinsten Raume wirkenden letzten Molekularkräfte nach wie vor unaufgeklärt.

Hainburg a. d. Donau, 28. Juli 1883.